ALFA Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias.
Volumen 10, N° 30 / septiembre-diciembre / ISSN: 2664-0902 / ISSN-e: 2664-0902
https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i30.513

Artículo original

Impacto del crecimiento demográfico en la sostenibilidad de cultivos prevalentes de la provincia de Oxapampa

Impact of Demographic Growth on the Sustainability of Major Crops in Oxapampa Province, Peru

José Kalion Guerra Lu [a]
✉ guerralu2@yahoo.com

Alberto Franco Cerna Cueva [a]

Karina Violeta Carhuaricra Espinoza [a]

Leiwer Flores Flores [b]

Zidney Danilo Cristancho Ariza [a]

Santos Víctor Ponce Guizabalo [a]

[a] *Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú*
[b] *Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú*

Palabras clave:
Sostenibilidad; Crecimiento demográfico; Cultivos prevalentes; MESMIS; Matriz de Conesa

Keywords:
Sustainability; Population growth; Prevalent crops; MESMIS; Conesa matrix

Cómo citar:
Guerra Lu JK, Cerna Cueva AF, Carhuaricra Espinoza KV, Flores Flores L, Cristancho Ariza ZD, Ponce Guizabalo SV. Impacto del crecimiento demográfico en la sostenibilidad de cultivos prevalentes de la provincia de Oxapampa. ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. 2026; 10 (30). https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i30.513

Resumen

Contexto: La sostenibilidad de los sistemas productivos de café y granadilla constituye un desafío relevante en Oxapampa, debido a las presiones ambientales y sociales asociadas con la dinámica territorial y el crecimiento demográfico. Su evaluación permite identificar fortalezas y vulnerabilidades sin asumir relaciones causales no demostradas. **Objetivo:** Evaluar la sostenibilidad de los cultivos de café y granadilla en cuatro distritos de Oxapampa, Pasco, y describir los impactos atribuidos al crecimiento demográfico. **Materiales y métodos:** Se desarrolló un estudio cuantitativo, aplicado, no experimental y transversal, entre mayo y noviembre de 2023. La población estuvo conformada por 2.500 agricultores y la muestra probabilística por 345 productores de 20 a 60 años. Se aplicó un cuestionario de 38 indicadores basado en MESMIS, validado por cinco jueces (V de Aiken = 0,81) y con adecuada consistencia interna (α = 0,80). La sostenibilidad se evaluó mediante MESMIS y los impactos mediante la matriz de Conesa simplificada. **Resultados:** Los índices globales fueron 4,5 para café y 4,2 para granadilla, ambos clasificados como moderadamente sostenibles. La dimensión económica presentó los mayores puntajes, mientras que la ambiental constituyó la principal debilidad de la granadilla (2,9). Tres impactos fueron clasificados entre moderados y severos. La prueba Z recalculada produjo un valor de 1,48 (p bilateral = 0,140), sin evidencia de significancia estadística al α = 0,05. **Conclusiones:** Los resultados permiten identificar fortalezas y vulnerabilidades diferenciadas en ambos cultivos, pero no demuestran que el crecimiento demográfico haya causado los niveles de sostenibilidad observados. La interpretación inferencial requiere precisar la variable contrastada, el valor de referencia y los supuestos estadísticos empleados.

Abstract

Context: The sustainability of coffee and granadilla production systems represents a significant challenge in Oxapampa due to the environmental and social pressures associated with territorial dynamics and demographic growth. Assessing their sustainability makes it possible to identify strengths and vulnerabilities without assuming causal relationships that have not been demonstrated. **Objective:** To assess the sustainability of coffee and granadilla

crops in four districts of Oxapampa, Pasco, and to describe the impacts attributed to demographic growth. **Materials and Methods**: A quantitative, applied, non-experimental, cross-sectional study was conducted between May and November 2023. The population consisted of 2,500 farmers, and a probabilistic sample of 345 producers aged 20 to 60 years was selected. A questionnaire comprising 38 indicators based on the MESMIS framework was administered, validated by five expert judges (Aiken's V = 0.81), with adequate internal consistency (α = 0.80). Sustainability was assessed using the MESMIS framework, while impacts were evaluated using the simplified Conesa matrix. **Results:** The overall sustainability indices were 4.5 for coffee and 4.2 for granadilla, both classified as moderately sustainable. The economic dimension obtained the highest scores, whereas the environmental dimension represented the main weakness of the granadilla production system (2.9). Three impacts were classified as moderate to severe. The recalculated Z test yielded a value of 1.48 (two-sided p = 0.140), providing no evidence of statistical significance at α = 0.05. **Conclusions:** The results identify differentiated strengths and vulnerabilities in both crops but do not demonstrate that demographic growth caused the observed levels of sustainability. Inferential interpretation requires clarification of the variable tested, the reference value, and the statistical assumptions employed.

Introducción

El crecimiento de la población incrementa la demanda de alimentos, agua y suelo, pero sus efectos sobre los agroecosistemas dependen también de las tecnologías, las instituciones y las formas de gestión territorial. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)[1] proyectó que la población mundial se acercaría a 10 mil millones de personas en 2050 y que la demanda agrícola aumentaría aproximadamente 50% respecto de 2013. Desde un enfoque sistémico, la sostenibilidad debe analizarse considerando la interacción entre los componentes ambientales, sociales y económicos, y no como resultado de una sola presión [2].

En la agricultura familiar, la sostenibilidad se evalúa mejor mediante indicadores ajustados al contexto productivo y territorial. El marco MESMIS organiza esa evaluación en atributos e indicadores que permiten reconocer tanto capacidades como puntos críticos del sistema de manejo [3]. Por ello, un mayor número de habitantes no constituye, por sí solo, evidencia de degradación: deben distinguirse los cambios demográficos de las prácticas agrícolas, el acceso a servicios y las condiciones biofísicas observadas.

Para la provincia de Oxapampa, el Instituto Nacional de Estadística e Informática proyectó 97,065 habitantes en 2018 y 102,429 en 2022. La diferencia equivale a un aumento de 5.5% en cuatro años, aproximadamente 1.4% anual compuesto. Estas cifras son proyecciones basadas en el Censo de 2017, no conteos censales efectuados en cada uno de esos años [4]. Deben leerse como contexto demográfico provincial y no como una medida directa de la población agrícola encuestada.

La expansión de la producción puede aumentar la demanda de agua y suelo, mientras que los eventos climáticos y las limitaciones de infraestructura pueden afectar la resiliencia de los sistemas agroalimentarios [5,6]. Sin embargo, la atribución de cambios ambientales o socioeconómicos al crecimiento demográfico requiere indicadores definidos, datos comparables y una estrategia de análisis compatible con esa inferencia. Una evaluación transversal puede describir impactos percibidos o valorados mediante una matriz, pero no aislar por sí sola una relación causal.

La relación entre población y producción agrícola opera a través de mecanismos intermedios. El aumento de habitantes puede elevar la demanda de alimentos y servicios, modificar los mercados laborales y favorecer cambios de uso del suelo; al mismo tiempo, una mayor población puede ampliar la disponibilidad de mano de

obra, el conocimiento local y la demanda de productos. La dirección y magnitud de esos procesos dependen de los patrones de consumo, las tecnologías empleadas, la organización de las unidades productivas, la infraestructura y las reglas de gestión del territorio. Por ello, el crecimiento demográfico constituye un contexto relevante para estudiar la sostenibilidad, pero no una explicación suficiente de sus variaciones. Las proyecciones mundiales sobre demanda alimentaria ofrecen un marco general de presión y no sustituyen la observación de las decisiones productivas ni de los cambios ambientales en un territorio específico [1,2,5,6].

Esta distinción es particularmente importante cuando se combinan datos de escalas diferentes. Las proyecciones del INEI describen la población residente de la provincia, mientras que la encuesta se dirigió a productores agrícolas de cuatro distritos. La población total provincial incluye personas que no necesariamente participan en la agricultura, y la muestra de productores no representa automáticamente a todos los habitantes. En consecuencia, una tendencia demográfica provincial no puede usarse como sustituto de una medida de presión sobre cada finca. La conexión entre ambas escalas tendría que demostrarse con datos georreferenciados, información sobre las unidades productivas y variables que identifiquen los canales por los que la demanda o la ocupación territorial podrían afectar los cultivos [4].

El estudio se centró en café y granadilla, identificados como cultivos prevalentes en los distritos examinados. Su comparación permite observar perfiles distintos, pero no presupone condiciones equivalentes de manejo, ciclo o mercado. Como la versión disponible no desagrega esas características, la interpretación se limita a los puntajes publicados y no atribuye diferencias a prácticas no medidas. Los dos cultivos tampoco representan toda la diversidad agrícola de Oxapampa.

La evaluación multidimensional ayuda a evitar que un resultado agregado oculte fortalezas y debilidades. En un sistema productivo, la dimensión económica puede ser relativamente favorable mientras persisten brechas sociales o riesgos ambientales; una puntuación global no convierte esos componentes en intercambiables ni implica que una dimensión compense plenamente a otra. El marco MESMIS resulta pertinente porque organiza la valoración mediante indicadores ajustados al contexto y permite comunicar perfiles, no solo una etiqueta final. Su aplicación, no obstante, depende de que se describan los indicadores, sus escalas, los criterios de normalización y las reglas de agregación. Si esos elementos no se transparentan, el índice debe interpretarse como la síntesis reportada por el estudio y no como una medida directamente reproducible por terceros [3].

También es necesario distinguir entre describir impactos y demostrar sus causas. Una matriz de valoración puede ordenar percepciones o juicios sobre la intensidad y el sentido de impactos potenciales, mientras que una inferencia causal requiere variables operacionales, temporalidad adecuada y comparación con un escenario contrafactual o con territorios pertinentes. El diseño transversal permite resumir datos recogidos en un periodo acotado, pero no establecer por sí mismo que el crecimiento demográfico precedió y produjo los cambios observados. Esta diferencia guía la lectura de los resultados: se examinan las valoraciones ambientales y socioeconómicas vinculadas por el manuscrito al crecimiento poblacional, pero se separa esa atribución de la conclusión estadística que efectivamente permite el contraste disponible.

A partir de este marco, la pregunta que orienta el artículo es cómo se distribuyen las fortalezas y las vulnerabilidades de café y granadilla entre las dimensiones social, económica y ambiental, y qué alcance tienen las valoraciones de impacto cuando se las relaciona con el crecimiento demográfico. El propósito no es estimar un efecto causal ni extrapolar a todas las fincas de la región, sino organizar la evidencia disponible, comparar ambos perfiles, revisar la coherencia de la prueba estadística consignada y precisar qué información adicional sería necesaria para una evaluación reproducible. Esta delimitación ayuda a que las recomendaciones se apoyen en los resultados observados sin sobrepasar la capacidad explicativa del diseño.

La aportación del análisis consiste, por tanto, en hacer explícita la diferencia entre presión contextual, estado del agroecosistema y respuesta de gestión. La población proyectada describe una tendencia; MESMIS resume

atributos del sistema productivo; y la matriz de Conesa registra valoraciones de impactos. Esas piezas pueden dialogar, pero no son medidas equivalentes ni establecen automáticamente una cadena causal. Presentarlas por separado facilita reconocer qué hallazgos son directamente observados y cuáles requieren datos adicionales. Esta delimitación también permite que la discusión conecte las necesidades ambientales con los marcos globales de resiliencia sin trasladar estimaciones generales a la realidad de cada productor [1–6].

En este contexto, el objetivo fue evaluar la sostenibilidad de los cultivos prevalentes de café y granadilla en cuatro distritos de Oxapampa y describir los impactos atribuidos al crecimiento demográfico mediante los marcos MESMIS y Conesa simplificado. El alcance del análisis se limita a los indicadores, puntajes y valoraciones reportados para el estudio; no busca demostrar causalidad poblacional.

Materiales y métodos

El estudio se realizó entre mayo y noviembre de 2023 en los distritos de Villa Rica, Chontabamba, Huancabamba y Oxapampa, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco. Se empleó un enfoque cuantitativo, investigación aplicada y diseño no experimental de corte transversal, de alcance evaluativo y descriptivo [7,8]. Por el diseño, los resultados no permiten atribuir causalidad de manera concluyente.

La población declarada estuvo constituida por 2,500 agricultores dedicados al café y la granadilla en los cuatro distritos. Se indicó un muestreo probabilístico basado en la tabla de Fisher–Arkin–Colton, con una muestra de 345 productores de entre 20 y 60 años [7]. La versión del manuscrito no especifica el marco muestral, la asignación de participantes por distrito o cultivo ni la tasa de no respuesta; esos datos deben añadirse si están disponibles.

La información se recogió mediante una encuesta y un cuestionario de 38 indicadores y subindicadores sociales, económicos y ambientales, adaptado del marco MESMIS [3]. La validez de contenido se examinó con cinco jueces y se reportó V de Aiken = 0.81 [9]. La consistencia interna fue α = 0.80 en una prueba piloto equivalente a aproximadamente 10% de la muestra. Para valorar impactos se empleó una adaptación de la matriz de Conesa [10]. El manuscrito no detalla la ponderación, las reglas de agregación ni todos los umbrales aplicados; por ello, las categorías se presentan como las reporta el estudio.

El diseño no experimental implica que las variables se observaron sin asignar a los productores una exposición demográfica ni modificar las condiciones de cultivo. El corte transversal corresponde a la recolección realizada durante un periodo definido y permite describir la situación informada en ese momento. La clasificación del estudio como aplicado expresa su orientación a un problema territorial, mientras que su alcance evaluativo y descriptivo se refleja en la organización de indicadores y en la presentación de perfiles por cultivo. Estos rasgos no deben confundirse con un diseño explicativo: para afirmar que el cambio poblacional produjo una alteración en la sostenibilidad se necesitarían observaciones temporales, comparadores y control de explicaciones alternativas. Esta interpretación es coherente con los límites de diseños observacionales y con la necesidad de vincular cada conclusión al método efectivamente empleado [7,8].

El trabajo de campo se realizó entre mayo y noviembre de 2023 en Villa Rica, Chontabamba, Huancabamba y Oxapampa. La población declarada fue de 2,500 agricultores y la muestra incluyó 345 personas de 20 a 60 años, una fracción nominal de 13.8%. Ese cociente no garantiza representatividad. Aunque se informa muestreo probabilístico con la tabla Fisher–Arkin–Colton, no se detallan el marco muestral, la selección aleatoria, la asignación por distrito o cultivo ni la no respuesta; sin ello no es posible reproducir las probabilidades de inclusión ni evaluar sesgos de cobertura [7].

El cuestionario incluyó 38 indicadores y subindicadores sociales, económicos y ambientales, adaptados del marco MESMIS. La versión disponible no reproduce las preguntas, escalas, codificación, ponderación ni

tratamiento de datos faltantes, por lo que no es posible reconstruir la puntuación. Publicar el instrumento y una correspondencia entre ítem y dimensión permitiría evaluar su pertinencia local y replicar la medición [3].

Cinco jueces evaluaron la validez de contenido y se informó V de Aiken = 0.81. No se presentan calificaciones por ítem ni intervalos de confianza, por lo que el coeficiente global no identifica preguntas débiles. La consistencia interna fue α = 0.80 en una prueba piloto cercana a 10% de la muestra; no se precisa si se estimó para el cuestionario completo o para cada dimensión. El alfa no sustituye evidencia de validez ni de estabilidad temporal [9].

Los puntajes MESMIS se mantienen tal como fueron reportados. Como no se detallan normalización, ponderación, agregación, manejo de faltantes ni puntos de corte, no se reconstruye el índice global. La comparación se limita al patrón relativo de las dimensiones y a las categorías publicadas; sin variabilidad ni errores estándar no se estiman diferencias inferenciales [3].

La matriz de Conesa se presenta mediante tres registros seleccionados, no en su totalidad. Los puntajes −71, −42 y −45 se conservan como valoraciones reportadas, no como mediciones instrumentales de contaminación. Sin la definición de atributos, ponderaciones y umbrales no es posible reproducir las categorías de severidad; por ello se mantienen las clasificaciones originales [10,11].

El contexto demográfico se contrastó con las proyecciones provinciales publicadas por el INEI para 2018–2022. Se calculó el cambio porcentual entre los valores inicial y final y la tasa anual compuesta, manteniendo la serie como una proyección basada en el Censo de 2017 y no como un conjunto de conteos observados. La tesis institucional asociada también comunica una tasa media de 2.02% para los cuatro distritos entre 2017 y 2022; esta cifra tiene cobertura espacial y periodo distintos de la serie provincial utilizada aquí, por lo que no se combinó con ella ni se usó como si fuera el crecimiento de la misma población. La diferencia entre indicadores exige documentar denominadores, límites territoriales y años antes de emplearlos en un único contraste [4,11].

La prueba estadística se reconstruyó únicamente a partir de los valores impresos en el manuscrito: media de contraste $\bar{x} = 304.46$, valor de referencia $\mu_0 = 296.39$, desviación consignada $\sigma = 101.51$ y $n = 345$. Se utilizó la forma de una prueba Z de una muestra, $Z = (\bar{x} - \mu_0)/(\sigma/\sqrt{n})$, y se planteó un contraste bilateral con $\alpha = .05$. El recálculo produjo $Z = 1.4766$ y p bilateral = .1398, redondeados a 1.48 y .140. Este cálculo reproduce la operación matemática bajo el supuesto de que σ es una desviación poblacional conocida y de que la muestra satisface las condiciones del contraste. La variable medida, las unidades, la procedencia de μ_0 y la naturaleza de σ no se especifican, de modo que el resultado se considera una comprobación condicional, no una validación del modelo estadístico. Si 101.51 fuera una desviación estimada de la muestra, la elección entre Z y t requeriría justificarse con información adicional [7,8].

La versión disponible no describe consentimiento, anonimización ni aprobación ética; esto no implica que tales procedimientos no se hayan realizado. El manuscrito final debería informar las medidas de protección de participantes y datos, la aprobación pertinente y los criterios para procesar registros incompletos.

Para la síntesis de esta versión se conservaron las puntuaciones, etiquetas y categorías reportadas en el documento fuente. El único contraste numérico reconstruido fue la prueba Z a partir de media, referente, desviación y tamaño muestral impresos; no se recalcularon los índices MESMIS ni los puntajes Conesa sin sus registros de base y reglas de puntuación. Esta distinción ayuda a separar los resultados reproducibles con la información resumida de aquellos que necesitan las matrices originales. Por ello, la Tabla 1 y la Tabla 2 permanecen como síntesis descriptivas y no se presentan como salidas de un nuevo análisis de microdatos [3,10,11].

Resultados

La matriz de Conesa simplificada clasificó los impactos asociados al crecimiento demográfico entre moderados y severos. Los puntajes MESMIS por cultivo y dimensión, documentados en la tesis original del mismo estudio, se presentan en la Tabla 1[11].

Tabla 1. *Puntajes MESMIS por cultivo y dimensión*

Cultivo	Social	Económica	Ambiental	Índice global	Clasificación global
Café	4.2	4.9	4.3	4.5	Moderadamente sostenible
Granadilla	4.0	5.7	2.9	4.2	Moderadamente sostenible

La versión original consignó una prueba Z de una muestra. A partir de los valores impresos se recalculó el estadístico y se formuló el contraste bilateral de la media respecto del valor de referencia informado:

H_0: μ = 296.39; la media de la variable de contraste es igual al valor de referencia consignado.

H_1: μ ≠ 296.39; la media de la variable de contraste difiere del valor de referencia consignado.

Con α = .05 y una prueba bilateral, los valores críticos son Z = −1.96 y Z = +1.96.

Ecuación 1

$$Z = \frac{\overline{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Valores consignados en el manuscrito: $\bar{x}$ = 304.46; μ_0 = 296.39; σ = 101.51; n = 345.

Ecuación 2

$$Z = \frac{304.46 - 296.39}{\frac{101.51}{\sqrt{345}}} = 1.48;\ p_{bilateral} \approx .140$$

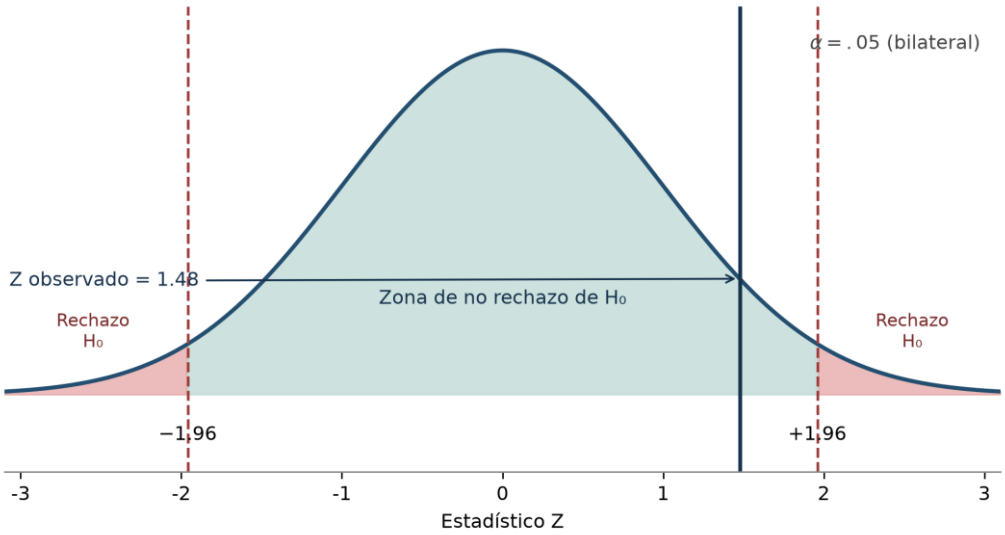


Figura 1. *Distribución normal estándar y ubicación del estadístico observado*

Nota. La región central representa la zona de no rechazo de H_0; las colas corresponden a las regiones de rechazo para una prueba bilateral con α = .05.

El estadístico recalculado fue Z = 1.48, con p bilateral ≈ 0.140. Como |Z| < 1.96 y p > .05, no se rechaza H_0; el contraste no detecta una diferencia estadísticamente significativa respecto del valor de referencia consignado.

Este resultado no confirma la hipótesis de un impacto estadísticamente significativo del crecimiento demográfico. La versión del artículo no define qué mide la media muestral (304.46), cuál es el origen del referente μ_0 = 296.39 ni si σ = 101.51 es una desviación poblacional conocida. La prueba debe interpretarse con cautela hasta que se precise esa información.

En la dimensión social, los puntajes fueron 4.2 para café y 4.0 para granadilla. La tesis asociada describe fortalezas y limitaciones: se reportan oportunidades de empleo y aspectos de equidad, junto con brechas de acceso a servicios como saneamiento, conectividad y educación superior. Estos resultados no justifican afirmar que la inmigración haya causado por sí sola tales brechas [11].

La dimensión económica registró los puntajes más altos: 4.9 en café y 5.7 en granadilla. La fuente del estudio atribuye este patrón a la productividad, la generación de empleo y la resiliencia de los sistemas [11].

La dimensión ambiental obtuvo 4.3 para café y 2.9 para granadilla, por lo que esta última concentró la principal debilidad del perfil MESMIS. La matriz Conesa de la tesis reporta un puntaje de −71 para cambio de uso del suelo, clasificado como severo, y puntajes de −42 y −45 para material particulado en agua y suelo, respectivamente, clasificados como moderados [11]. Estos valores son calificaciones de una matriz de impacto, no mediciones físico-químicas directas.

Tabla 2. *Puntajes seleccionados de la matriz Conesa*

Factor evaluado	Puntaje	Clasificación reportada
Cambio de uso del suelo	−71	Severo
Material particulado en agua	−42	Moderado
Material particulado en suelo	−45	Moderado

La muestra de 345 personas corresponde a 13.8% de los 2,500 agricultores declarados y abarca productores de 20 a 60 años en cuatro distritos durante 2023. No se presenta la distribución por distrito, cultivo o edad ni la variabilidad de los puntajes. Las cifras siguientes son, por tanto, síntesis globales y no comparaciones entre subgrupos.

La serie del INEI pasa de 97,065 habitantes en 2018 a 98,938 en 2019, 100,561 en 2020, 101,634 en 2021 y 102,429 en 2022. El cambio acumulado es 5.53% y la tasa anual compuesta, 1.35%. La tesis informa 2.02% para cuatro distritos entre 2017 y 2022; por sus distintos ámbitos y periodos, las tasas no son intercambiables ni se combinaron en un solo indicador [4,11].

La Tabla 1 muestra perfiles diferenciados. En el componente social, café registró 4.2 y granadilla 4.0, una distancia de 0.2 puntos. En el económico, los puntajes fueron 4.9 y 5.7, respectivamente, por lo que granadilla superó al café en 0.8 puntos. En el ambiental, el café alcanzó 4.3 frente a 2.9 para granadilla, una diferencia de 1.4 puntos, la mayor distancia entre las dimensiones presentadas. El índice global fue 4.5 para café y 4.2 para granadilla, con una diferencia de 0.3. Esta lectura permite identificar dónde se concentran los contrastes, pero no informa si las diferencias son estadísticamente significativas, ya que no se presentan errores estándar, intervalos de confianza ni una prueba comparativa de puntajes.

El promedio simple de los tres puntajes dimensionales es 4.47 para café y 4.20 para granadilla, compatible al redondeo con los índices globales reportados. Esta coincidencia no confirma la regla de agregación: la ponderación y el procedimiento no se documentan. Debe verificarse contra la hoja de cálculo o el protocolo original [11].

La clasificación de ambos cultivos como moderadamente sostenibles resume el resultado según los umbrales reportados por el estudio. Sin embargo, la etiqueta común no elimina la diferencia entre sus dimensiones: el valor más alto de granadilla en el componente económico convive con su valor ambiental más bajo, mientras que el café presenta un perfil más equilibrado entre los tres puntajes. No se afirma que la dimensión económica compense matemáticamente la ambiental, porque no se conoce la ponderación del índice ni el significado operacional de cada punto. La clasificación debe entenderse como una síntesis del marco aplicado, no como una certificación de que todas las prácticas de producción sean sostenibles o de que los dos sistemas tengan riesgos equivalentes.

La Tabla 2 presenta tres entradas: cambio de uso del suelo (−71, severo), material particulado en agua (−42, moderado) y en suelo (−45, moderado). El primer registro tiene el mayor valor absoluto de este grupo. Son puntajes de matriz, no mediciones de concentración o contaminación; sin la matriz completa y sus umbrales no se puede afirmar que sean los impactos principales de todo el análisis [10,11].

En el contraste estadístico, la diferencia aritmética entre 304.46 y 296.39 fue de 8.07 unidades. Al dividir por el error estándar calculado con σ = 101.51 y n = 345, se obtiene aproximadamente 5.47 unidades y Z = 1.4766; el valor p bilateral es .1398. La prueba no superó el umbral de significación de .05 y el intervalo aproximado de 95% para la diferencia, calculado bajo el mismo supuesto sobre σ, abarcaría de −2.64 a 18.78 unidades. Este intervalo es solo condicional: sin una definición de la variable y sus unidades no admite interpretación sustantiva. Su amplitud muestra que los valores disponibles son compatibles tanto con una diferencia pequeña negativa como con una positiva, pero no permite identificar qué escenario corresponde a cambios en la sostenibilidad.

Los resultados constan de índices agregados, tres entradas de la matriz y un contraste Z reconstruido. No se informan datos individuales, distribuciones, resultados por distrito ni variabilidad de los indicadores. Esto limita la estimación de incertidumbre y la replicación, pero no invalida las cifras descriptivas reportadas; su alcance se restringe a las tendencias agregadas y categorías presentadas.

La ausencia de estimaciones por distrito limita también la evaluación de heterogeneidad espacial. Los cuatro distritos pueden diferir en acceso a servicios, mercados, infraestructura y condiciones biofísicas, pero no se ofrecen estadísticas comparables que permitan ordenar esos contextos. Una media provincial puede ocultar tanto unidades con buenos resultados como focos de vulnerabilidad. En consecuencia, las recomendaciones derivadas del perfil general deben considerarse prioridades para verificación en campo y no una prescripción idéntica para cada localidad o finca [4,11].

Discusión

El perfil MESMIS muestra que la sostenibilidad no presenta el mismo comportamiento en las tres dimensiones. Ambos cultivos se clasificaron como moderadamente sostenibles, pero la dimensión económica fue la más alta y la ambiental fue especialmente débil para granadilla. Merma y Julca [12], al evaluar fincas de selva alta en Cusco con indicadores adaptados al contexto, también encontraron diferencias entre cultivos y dimensiones; su estudio ofrece una comparación regional, aunque no estima el efecto demográfico en Oxapampa ni emplea necesariamente la misma escala. Sepúlveda [13] propone el biograma para estimar el desarrollo sostenible territorial, lo que refuerza la conveniencia de presentar los indicadores por dimensión sin convertir una valoración descriptiva en una inferencia causal.

La menor puntuación ambiental de la granadilla justifica priorizar la cobertura del suelo, el manejo de agua y la conservación de la vegetación. La FAO [5] analiza los desafíos del agua en la agricultura, la FAO [6] destaca la resiliencia de los sistemas agroalimentarios ante perturbaciones y la FAO [14] examina la automatización agrícola y sus condiciones de adopción. Estos informes respaldan la importancia general de esos temas, pero no prueban

que el crecimiento demográfico haya causado los puntajes observados en Oxapampa. La matriz Conesa y los indicadores MESMIS del estudio deben sostener las conclusiones locales.

La educación ambiental puede contribuir a que las recomendaciones de conservación se conviertan en prácticas sostenidas, aunque la evidencia educativa no sustituye la medición agronómica. Roque Paredes y Carcausto Calla [15] revisaron la educación ambiental y el desarrollo sostenible en la educación superior latinoamericana. Andrade Caveduque y Gonzales Sánchez [16] estudiaron una intervención de conciencia ambiental en educación inicial, mientras que Flores [17] analizó representaciones y actitudes sobre cambio climático en un bachillerato. Estos trabajos aportan contexto sobre formación ambiental, pero sus poblaciones escolares no son agricultores y sus resultados no estiman impactos de la demografía en cultivos.

La articulación comunitaria y la gobernanza también son pertinentes para fortalecer la gestión territorial. Seminario Echeverre y Heredia Llatas [18] examinaron la relación entre sostenibilidad ambiental educativa y comunidad; Becerra Cárdenas [19] estudió comunicación y gobernanza en un parque ambiental de Colombia. Sus hallazgos pueden orientar propuestas de educación, participación y coordinación local, pero no constituyen evidencia directa para el caso peruano. En Oxapampa, cualquier recomendación sobre asociatividad o extensión rural debe contrastarse con los datos de los productores y las instituciones locales.

La interpretación estadística exige una cautela adicional. La hipótesis nula original afirmaba que existía impacto, mientras que la alternativa afirmaba que no existía; esa formulación invertía el contraste convencional y no correspondía a una prueba Z de una media. Por ello, se explicitó H_0: μ = 296.39 frente a H_1: μ ≠ 296.39. El contraste recalculado no alcanza significancia bilateral y su variable, valor de referencia y supuesto sobre σ no están definidos. Además, el diseño no experimental y transversal, la falta de detalle sobre asignación muestral y la ausencia de la matriz Conesa completa en esta versión limitan la reproducibilidad y la inferencia causal. Para sostener una conclusión causal se necesitarían variables demográficas y ambientales operacionalizadas, series temporales o comparaciones territoriales adecuadas, además de publicar los puntajes y reglas de agregación utilizados.

El perfil desagregado informa más que la clasificación global: granadilla combina el mayor puntaje económico con el menor ambiental, mientras que el café presenta un valor ambiental superior. La diferencia ambiental (1.4 puntos) excede las distancias social y global. No obstante, la tabla carece de errores estándar y pruebas entre cultivos, por lo que estas diferencias describen el patrón publicado y no su significación estadística.

El estudio de Merma y Julca ofrece una comparación regional porque también muestra que los indicadores de sostenibilidad varían entre cultivos y deben adaptarse al contexto. No permite comparar niveles de forma directa: difieren fincas, indicadores y escalas. El biograma de Sepúlveda aporta una forma de organizar dimensiones territoriales, pero no es numéricamente equivalente a MESMIS ni valida los puntajes de Oxapampa [12,13].

La dimensión ambiental de granadilla merece atención por su puntaje de 2.9 y por la categoría severa asignada al cambio de uso del suelo. Los registros moderados de agua y suelo justifican seguimiento local, no se interpretan como pruebas de contaminación física. La conservación de suelo, la revisión de cobertura y el monitoreo del agua son asuntos pertinentes, aunque los informes de FAO no determinan qué intervención funcionará en Oxapampa [5,6,10,11,14].

El informe mundial de FAO ofrece contexto de tendencias poblacionales, mientras que el INEI proyecta la población provincial a partir del Censo de 2017. Ninguna fuente identifica qué proporción de los cambios agrícolas corresponde a nuevos habitantes, demanda externa, tecnología o inversión. La tasa de 2.02% para cuatro distritos y la tasa provincial de 1.35% cubren universos distintos; armonizar periodo, límites y denominadores es condición previa para una inferencia local [1,4,11].

El contraste recalculado (Z = 1.48; p ≈ .140) no rechaza la hipótesis de igualdad bajo el referente y los supuestos usados; tampoco demuestra igualdad ni ausencia de impacto. No se especifican variable, unidades, origen de

μ_0 ni si σ = 101.51 es conocida. Además, la prueba no conecta directamente población provincial con puntajes MESMIS o Conesa. Por ello, solo permite afirmar que los valores impresos no muestran una diferencia significativa bajo ese modelo; no prueba causalidad ni equivalencia práctica.

Los estudios educativos citados sirven como contexto para comunicación y participación, no como evidencia agronómica. Roque Paredes y Carcausto Calla revisan educación superior; Andrade Caveduque y Gonzales Sánchez estudian educación inicial, y Flores analiza un bachillerato. Seminario Echeverre y Heredia Llatas abordan articulación entre aula y comunidad, mientras Becerra Cárdenas estudia gobernanza ambiental en Colombia. Sus poblaciones y resultados no estiman cambios productivos ni demográficos en Oxapampa; pueden orientar formatos de formación, pero no demostrar su eficacia local [15–19].

La gestión local puede priorizar respuestas diferenciadas. En granadilla, el menor puntaje ambiental orienta a revisar suelo, agua y cobertura, considerando costos y adopción. En café, el perfil comparativamente más alto no elimina la necesidad de monitoreo. Para ambos cultivos conviene relacionar resultados económicos con acceso a servicios y distribución de beneficios, aspectos que el índice agregado no permite atribuir por igual a todos los hogares. Las acciones de extensión y educación deben acordarse con productores y evaluarse mediante indicadores, no presentarse como efectos ya demostrados [5,6,11,15–19].

El estudio integra dos cultivos, un cuestionario multidimensional, una muestra reportada, índices de sostenibilidad y valoraciones de impacto. Su reproducibilidad, sin embargo, está limitada por la falta de cuestionario, marco muestral, ponderaciones, matriz completa y datos individuales. El alfa y la revisión de cinco jueces no resuelven esas omisiones. El diseño transversal tampoco separa tendencias demográficas de clima, precios, mercados, tecnología o políticas, variables que no se midieron en el análisis disponible.

Una investigación posterior podría mantener un panel de fincas y registrar anualmente población, uso del suelo y condiciones productivas en los mismos distritos. La selección debería estratificarse por distrito y cultivo, documentar no respuesta y reportar intervalos de confianza. También se requiere publicar ítems, reglas de normalización, ponderaciones MESMIS y matriz Conesa íntegra. Separar percepciones de indicadores biofísicos y probar explicaciones alternativas permitiría avanzar desde la descripción hacia una evaluación acumulativa y contrastable [3,7–10,11].

El seguimiento debería partir de una línea base acordada con productores, indicadores, responsables y periodos de revisión. MESMIS puede ordenar dimensiones y la matriz señalar aspectos para inspección; las acciones han de evaluarse con datos agrarios, sin trasladar directamente a los productores hallazgos de estudios escolares [2,3,10,11,15–19].

Conclusiones

En los cultivos evaluados, el café alcanzó un índice global MESMIS de 4.5 y la granadilla de 4.2; ambos fueron clasificados como moderadamente sostenibles. El desglose por dimensiones muestra perfiles distintos: granadilla obtuvo el valor económico mayor (5.7), pero también el menor puntaje ambiental (2.9), mientras que el café presentó 4.9 en la dimensión económica y 4.3 en la ambiental. La matriz de Conesa incluyó una valoración severa para el cambio de uso del suelo (−71) y moderadas para los registros de material particulado en agua (−42) y suelo (−45). Estos valores deben entenderse como puntajes de una matriz, no como mediciones físicas directas. En consecuencia, el perfil agregado es útil para reconocer prioridades, pero no sustituye la información por finca ni la descripción de los criterios de cálculo [10,11].

La prueba Z recalculada con los valores impresos fue 1.48, con p bilateral ≈ .140, por lo que no se rechazó la igualdad respecto del valor de referencia bajo el supuesto usado. Este resultado no confirma una diferencia estadísticamente significativa, pero tampoco demuestra que no exista efecto. La variable contrastada, el

referente $\mu_0 = 296.39$ y el estatus de $\sigma = 101.51$ necesitan definirse antes de interpretar el contraste como prueba de impacto demográfico. Además, la tasa de población provincial derivada de las proyecciones del INEI no equivale a la tasa reportada para los cuatro distritos en la tesis, debido a sus distintas coberturas y periodos; deben mantenerse separadas hasta armonizar sus denominadores [4,11].

La aplicación práctica más defendible es priorizar una revisión participativa de las condiciones ambientales de la granadilla, con atención al suelo, al agua y a la cobertura, sin descuidar las dimensiones sociales y económicas de ambos cultivos. Las acciones de conservación, asistencia técnica, acceso a servicios y educación ambiental deberían diseñarse con productores e instituciones locales y evaluarse mediante indicadores observables. Para fortalecer futuras conclusiones se recomienda publicar el cuestionario, la matriz Conesa completa, las ponderaciones MESMIS, el procedimiento muestral y las bases anonimizadas o resúmenes suficientes para reproducir los cálculos. Un seguimiento longitudinal, con variables demográficas y biofísicas armonizadas por distrito y cultivo, permitiría distinguir asociaciones, tendencias y efectos plausiblemente causales. Hasta contar con esa evidencia, el artículo aporta una caracterización multidimensional y una agenda de gestión e investigación, no una demostración de que el crecimiento poblacional haya causado cambios en la sostenibilidad de los cultivos.

En suma, la aplicación de las recomendaciones debe ser gradual y verificable: cada acción propuesta necesita un indicador, un responsable y un periodo de revisión acordado localmente. Esto evitará presentar como efectos comprobados medidas que todavía son hipótesis de gestión y permitirá ajustar prioridades según los resultados observados. La contribución del estudio consiste en ofrecer una línea descriptiva inicial, hacer visibles perfiles distintos entre café y granadilla y precisar qué datos aún se requieren para examinar la relación con la demografía. Su utilidad dependerá de que productores e instituciones locales contrasten las prioridades ambientales con mediciones de campo, revisen su pertinencia y adapten las medidas según la evolución de indicadores sociales, económicos y ambientales. La transparencia de instrumentos, puntajes y procedimientos permitiría comparar avances entre distritos y periodos con criterios homogéneos, evitando interpretar las proyecciones poblacionales como evidencia automática de deterioro o mejora de un cultivo.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron en la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibió financiamiento para esta investigación.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Consideraciones éticas: El estudio incluyó la participación de productores agrícolas mediante cuestionarios. Corresponde garantizar las autorizaciones pertinentes, el consentimiento informado de los participantes, la participación voluntaria y la confidencialidad de la información recopilada.

Historia del artículo: Artículo recibido 29 de julio 2026 | Aceptado 31 de agosto 2026 | Publicado 27 de octubre 2026

Referencias

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The future of food and agriculture: trends and challenges. Rome: FAO; 2017. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6583e

2. Gallopín GC. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2003. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo; 64). https://hdl.handle.net/11362/5763

3. Masera O, Astier M, López-Ridaura S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: GIRA; UNAM; Mundi-Prensa; 1999. https://www.sidalc.net/search/Search2Record/KOHA-OAI-ECOSUR:20079

4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: proyecciones de población total según departamento, provincia y distrito, 2018–2022. Lima: INEI; 2022. https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3464927-peru-proyecciones-de-poblacion-total-segun-departamento-provincia-y-distrito-2018-2022

5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture 2020: overcoming water challenges in agriculture. Rome: FAO; 2020. https://doi.org/10.4060/cb1447en

6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture 2021: making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome: FAO; 2021. https://doi.org/10.4060/cb4476en

7. Arias FG. El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica. 6a ed. Caracas: Episteme; 2012. https://books.google.com.co/books?id=W5n0BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es

8. Valderrama Mendoza SR. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: Editorial San Marcos; 2014. https://biblioteca.unfv.edu.pe/bib/59638

9. Aiken LR. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. Educational and Psychological Measurement. 1985;45(1):131–142. https://doi.org/10.1177/0013164485451012

10. Conesa Fernández-Vítora V. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa; 2009. https://books.google.com/books/about/Gu%C3%ADa_metodol%C3%B3gica_para_la_evaluaci%C3%B3n.html?hl=es&id=wa4SAQAAQBAJ

11. Carhuaricra Espinoza KV. Impacto del crecimiento demográfico en la sostenibilidad de los cultivos prevalentes de la provincia de Oxapampa 2023(tesis doctoral). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2024.: https://hdl.handle.net/20.500.13080/10949

12. Merma I, Julca A. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú . Ecología Aplicada. 2012;11(1):1–11. http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v11n1/a01v11n1

13. Sepúlveda S. Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de los territorios. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 2008. https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/01/SEP%C3%9ALVEDA-S.-BIOGRAMA-Metodo-estimar-desarrollo-sustenible.pdf

14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture 2022: leveraging agricultural automation for transforming agrifood systems. Rome: FAO; 2022. https://doi.org/10.4060/cb9479en

15. Roque Paredes CR, Carcausto Calla WH. Educación ambiental y desarrollo sostenible en la educación superior latinoamericana: una revisión de alcance. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación. 2026;10(41):460–471. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v10i41.1218

16. Andrade Caveduque MJ, Gonzales Sánchez A del C. Fortaleciendo la conciencia ambiental en estudiantes de educación inicial. Revista de Propuestas Educativas. 2021;3(6):120–128. https://doi.org/10.33996/propuestas.v3i6.705

17. Flores RC. Educación ambiental y cambio climático en un bachillerato del Estado de México. Revista Boliviana de Educación. 2025;7(12):44–55. https://doi.org/10.61287/rebe.v7i12.1187

18. Seminario Echeverre H, Heredia Llatas FD. Sostenibilidad ambiental educativa y articulación aula comunidad en América Latina. Revista Simón Rodríguez. 2026;6(11):819–835. https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.6i11.169

19. Becerra Cárdenas K. La comunicación como estrategia transversal para fortalecer la gobernanza del Parque Ambiental Corazón de Pance. Revista Paraguaya de Pedagogía. 2025;2(5):53–67. https://doi.org/10.33996/rpp.v2i5.24

Este artículo está bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).